

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-165186

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl. H03H 9/145
H03H 9/64

(21)Application number : 10-333279 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD
(22)Date of filing : 24.11.1998 (72)Inventor : TANIGUCHI NORIO

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a surface acoustic wave filter where steepness of the filter characteristic toward high frequencies of the pass band is enhanced miniaturization is facilitated and deterioration in the attenuation at frequencies apart from the pass band is hardly caused.

SOLUTION: In this filter a plurality of one-terminal pair surface acoustic wave (SAW) resonators are formed on a piezoelectric substrate to configure a ladder circuit and a gap W_2 between bus bars 45 and tips of electrode fingers 76 connected to the bus bars 54 opposite to the bus bars 45 in at least one-terminal pair SAW resonator interdigital transducer is selected to be a range of $0.50-4\lambda$.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A piezoelectric substrate.

Have two or more interdigital transducers from which it is formed on said piezoelectric substrate and each constitutes a 1 terminal-pair surface acoustic wave resonator and each interdigital transducer A bus bar of a couple One end is connected to a bus bar it has two or more electrode fingers with which the other end is extended toward a bus bar of another side and they are a series arm and a parallel arm.

Are the above the surface acoustic wave filter which it had and A bus bar of at least one interdigital transducer With this bus bar when a gap between tips of an electrode finger connected to a bus bar of an opposite hand sets wavelength of a surface acoustic wave to λ it is considered as the range of $0.50\lambda-4\lambda$.

[Claim 2] The surface acoustic wave filter according to claim 1 in which a gap

between said bus bar and a tip of an electrode finger is made into the range of 0.50λ – 4λ in an interdigital transducer which constitutes at least one 1 terminal-pair surface acoustic wave resonator connected to said series arm.

[Claim 3]The surface acoustic wave filter according to claim 2 in which a gap between said bus bar and a tip of an electrode finger is made into the range of 0.50λ – 4λ in each interdigital transducer which constitutes all the 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators connected to said series arm.

[Claim 4]The surface acoustic wave filter according to any one of claims 1 to 3 in which said piezoelectric substrate is a LiTaO_3 board.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the surface acoustic wave filter connected more to details so that two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators may constitute a ladder type circuit about the surface acoustic wave filter used for a band-pass filterfor example.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionallythe surface acoustic wave filter is widely used as a band-pass filter. For examplethe surface acoustic wave filter which constitutes a ladder type circuit using two or more 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators (1 terminal-pair SAW resonator) is indicated by JP56-19765B.

[0003]The surface acoustic wave filter of the above-mentioned ladder type circuit composition is explained with reference to drawing 9 and drawing 10. The parallel arm which connects the series arm which connects an input edge and an outgoing end a series arm and a reference potential comprises this surface acoustic wave filter. 1 terminal-pair SAW resonator S1 is connected as a series arm resonator and 1 terminal-pair SAW resonator P1 is connected to the series arm as a parallel arm resonator at the parallel arm. In drawing 9 although only one series arm resonator and one parallel arm resonator are illustrated the number of a series arm resonator and parallel resonance children is suitably chosen according to the characteristic made into the purpose.

[0004]The above-mentioned 1 terminal-pair SAW resonator has the electrode structure shown in drawing 10. That is it has the interdigital transducer (it abbreviates to IDT hereafter.) 51 and the antenna reflectors 52 and 53 arranged at the both sides of IDT on a piezoelectric substrate (not shown).

[0005]IDT51 has the bus bars 54 and 55 of the couple prolonged along a surface wave propagating direction. The end of two or more electrode fingers 56 is connected to the bus bar 54. The electrode finger 56 is extended toward the bus bar 55 side of the direction which intersects perpendicularly with a surface wave propagating direction i.e. the other party. Similarly the end of two or more electrode

fingers 57 is connected to the bus bar 55.

Two or more electrode fingers 57 are extended toward the bus bar 54 side.

The electrode fingers 56 and 57 are arranged so that it may put each other in between.

[0006]The surface acoustic wave filter is constituted by constituting the ladder type circuit shown in drawing 9 using the above-mentioned 1 terminal-pair SAW resonator two or more. The magnitude-of-attenuation frequency characteristic of this surface acoustic wave filter is shown in drawing 11.

[0007]Since it is low-loss and a broadband in the band-pass filter for cellular phones etc. the surface acoustic wave filter which has the above-mentioned ladder type circuit composition is used broadly. However in the portable telephone the system by which the transmitting side frequency band and the receiver frequency band approached is used in recent years. Therefore in the band-pass filter improving the steepness of filter characteristics [/ near the pass band] is called for strongly.

[0008]Then in order to improve the steepness of the filter characteristics near the pass band the surface acoustic wave filter which has circuitry shown in drawing 12 is indicated by JP9-167937A. Here the capacitor 58 is connected in parallel with SAW resonator S1 among 1 terminal-pair SAW resonator [which is connected to the series arm] S1 and S2. According to this advanced technology by inserting the capacitor 58 the antiresonant frequency of SAW resonator S1 can lower and it is supposed that the steepness of the filter characteristics by the side of the wide area of a pass band will be improved.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However since it was necessary to insert the capacitor 58 in JP9-167937A by the method of a statement it was difficult for the size of a surface acoustic wave filter to become large and to deal with the miniaturization of a portable telephone etc. Since the capacity by the capacitor 58 was added to SAW resonator S1 there was also a problem that the magnitude of attenuation in the frequency area distant from the pass band fell.

[0010]In the surface acoustic wave filter of ladder type circuit composition the magnitude of attenuation is determined by the capacity factor of a parallel arm resonator and a series arm resonator in the frequency area distant from the pass band. Generally if the capacity of a series arm resonator becomes large relatively the magnitude of attenuation will fall. Therefore when the capacitor 58 is connected to the above-mentioned advanced technology in parallel with the series arm resonator S1 like a statement the magnitude of attenuation outside a pass band gets worse like the case where the capacity of a series arm resonator is raised.

[0011]In order to prevent the fall of the magnitude of attenuation in the frequency area distant from the above pass band it is thought that what is necessary is just to make small capacity by the electrode of a series arm resonator. However if capacity by the electrode of a series arm resonator is made small it is necessary to make the logarithm and crossing width of an electrode finger small and it will

become very difficult to acquire the resonance characteristic considered as a request.

[0012] It not only can improve the steepness of the filter characteristics by the side of the wide area of a pass band but the purpose of this invention is easy to miniaturize and there is in providing the surface acoustic wave filter which the fall of the magnitude of attenuation in the frequency area distant from the pass band does not produce easily which acquires the good resonance characteristic and which can carry out things.

[0013]

[Means for Solving the Problem] This invention is made in order to attain an aforementioned problem and A piezoelectric substrate Have two or more IDT(s) from which it is formed on said piezoelectric substrate and each constitutes a 1 terminal-pair SAW resonator and each IDT A bus bar of a couple One end is connected to a bus bar and it has two or more electrode fingers with which the other end is extended toward a bus bar of another side In a surface acoustic wave filter to which two or more 1 terminal-pair SAW resonators are connected so that a ladder type circuit which has a series arm and a parallel arm may be constituted When a gap between tips of an electrode finger connected to a bus bar of an opposite hand sets wavelength of a surface acoustic wave to λ let a bus bar and this bus bar of at least one IDT be the range of 0.5λ – 4λ .

[0014] Let the above-mentioned gap between a bus bar and an electrode finger tip be the range of 0.5λ – 4λ in IDT which constitutes at least one 1 terminal-pair SAW resonator connected to a series arm from a specific aspect of affairs of this invention.

[0015] Let the above-mentioned gap between tips of a bus bar and an electrode finger be the range of 0.5λ – 4λ in IDT which constitutes all the 1 terminal-pair SAW resonators connected to a series arm from a more specific aspect of affairs.

[0016] In this invention piezoelectric single crystal boards such as LiTaO_3 and LiNbO_3 and a substrate which consists of various piezoelectric material like electrostrictive ceramics like titanate acid Jill Cong Sun lead system ceramics can be used as the above-mentioned piezoelectric substrate. As a piezoelectric substrate what laminated a piezoelectric thin film may be used on an insulating substrate which consists of insulating material such as alumina and electrodes such as IDT may be formed in any of the upper surface of a piezoelectric thin film and the undersurface in that case. Preferably as the above-mentioned piezoelectric substrate a LiTaO_3 board is used for claim 4 like a statement.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 (a) is a figure showing the circuitry of the surface acoustic wave filter concerning one example of this invention and drawing 1 (b) is a top view showing the electrode structure of one 1 terminal-pair SAW resonator used in this example.

[0018] As shown in drawing 1 (a) the surface acoustic wave filter of this example has ladder type circuit composition. That is the series arm is constituted between

the input edge IN and the outgoing end OUT and two or more parallel arms are constituted between this series arm and the reference potential.

[0019] 1 terminal-pair SAW resonator S1 and S2 are connected to the series arm as a series arm resonator. Each 1 terminal-pair SAW resonators P1-P3 are connected to each parallel arm as a parallel arm resonator. The parallel arm resonator and the series arm resonator are arranged by turns like a graphic display toward the outgoing end OUT from the input edge IN.

[0020] But in this invention the number of a series arm resonator and parallel arm resonators is not limited to the example of a graphic display, namely -- it may be the structure of having only one parallel arm resonator and one series arm resonator -- three or more -- the parallel arm owner may be carried out.

[0021] The electrode structure of above-mentioned 1 terminal-pair SAW resonator S1 S2 P1 - P3 is explained with reference to drawing 1 (b). In the 1 terminal-pair SAW resonator the antenna reflectors 2 and 3 are arranged at the surface wave propagating direction both sides of IDT1.

[0022] IDT1 has the bus bars 4 and 5 of the couple which separated prescribed distance and was extended in parallel. The end of two or more electrode fingers 6 is connected to the bus bar 4 and the end of two or more electrode fingers 7 is connected to the bus bar 5. The electrode fingers 6 and 7 are extended toward the other party's bus bars 5 and 4 and they are arranged so that it may put each other in between.

[0023] The antenna reflectors 2 and 3 are constituted by the grating antenna reflector which short-circuits the both ends of two or more electrode fingers. In a 1 terminal-pair SAW resonator when a volts alternating current is impressed between the electrode fingers 6 and 7 IDT1 is excited and a surface wave occurs. This surface wave is shut up between the antenna reflectors 2 and 3 and the resonance characteristic based on this surface wave is taken out.

[0024] In the surface acoustic wave filter which constitutes a ladder type circuit in this invention using two or more above-mentioned 1 terminal-pair SAW resonators When the gap W2 between the tips of the electrode finger connected to the bus bar of an opposite hand sets wavelength of a surface acoustic wave to λ the bus bar and this bus bar of IDT of at least one 1 terminal-pair SAW resonator It is considered as the range of 0.5λ - 4λ and the steepness of the filter characteristics by the side of the high region of a pass band is improved by it. Below this is explained.

[0025] The method of reducing the ripple which exists between the resonance frequency and antiresonant frequency in the 1 terminal-pair SAW resonator using the piezoelectric board which consists of LiTaO_3 is indicated by JP6-232682A. The electrode structure of a 1 terminal-pair SAW resonator given in this advanced technology is shown in drawing 13. Although the antenna reflector 52 arranged at the one side of IDT51 is illustrated in drawing 13 about the antenna reflector arranged at the other side it points out having omitted the graphic display.

[0026] The crossing width W1 of the electrode fingers [in / with this advanced technology / IDT51] 56 and 57 If the ratios $W1/W2$ with the gap length W2

between the tips of the electrode fingers 57 and 56 connected to the bus bars 54 and 55 and the other party's bus bar are made more than a certain fixed value. It is shown that the influence of the ripple which exists between resonance frequency and antiresonant frequency peculiar to a LiTaO_3 board can be inhibited. That is, by narrowing the above-mentioned gap length W_2 compared with the crossing width W_1 , generating of SSBW can be prevented and it is supposed that it is possible to inhibit the influence of the above-mentioned ripple by it.

[0027] Like the statement to the above-mentioned advanced technology in order that generating of SSBW may degrade the characteristic in a surface acoustic element, it is thought that it is not desirable and the above-mentioned gap length W_2 was considered that what is necessary is just to make it as narrow as possible.

[0028] On the other hand, in this invention, the above-mentioned ripple is used positively and improvement in filter characteristics is achieved by it. That is, the above-mentioned ripple is considered that this invention needs to oppress as much as possible and improvement in filter characteristics is aimed at by it.

[0029] In the 1 terminal-pair SAW resonator, in this application, persons found out experimentally that the frequency of the above-mentioned ripple could be controlled freely by setting the crossing width W_1 constant and changing only the above-mentioned gap length W_2 . This is explained with reference to drawing 2.

[0030] Drawing 2 shows the relation between the size of the above-mentioned gap length W_2 in a 1 terminal-pair SAW resonator and the frequency position of the above-mentioned ripple generated between resonance frequency and antiresonant frequency. Frequency f/f_0 of a vertical axis is the value standardized considering Δf and resonance frequency as f_0 in the interval of the frequency which a ripple generates and the resonance frequency of a surface acoustic element.

[0031] By changing the gap length's W_2 size, it shows that the frequency which a ripple generates is changing according to change of the gap length's W_2 size so that clearly from drawing 2.

[0032] On the other hand, in the surface acoustic wave filter which has ladder type circuit composition, desired filter characteristics are acquired by combining the resonance characteristic of two or more 1 terminal-pair SAW resonators.

therefore -- if the above-mentioned ripple is moved to the frequency position where it is required to enlarge the magnitude of attenuation -- this -- the magnitude of attenuation in a required frequency position is expandable.

Especially, in ladder type circuit composition, the frequency position of a ripple can be moved to the shoulder by the side of the pass band quantity region of a surface acoustic wave filter by changing the gap length W_2 at a bus bar and the tip of an electrode finger in the 1 terminal-pair SAW resonator which constitutes the series arm resonator. Therefore, the steepness of the pass band quantity region side filter characteristic can be improved.

[0033] Next, in the surface acoustic wave filter of this example, when changing the gap length W_2 of a series arm resonator, it is explained how the filter

characteristics by the side of a pass band quantity region change.

[0034]In the surface acoustic wave filter shown in drawing 1 (a)drawing 3 shows change of the steepness of the filter characteristics by the side of the pass band quantity region of the surface acoustic wave filter at the time of changing the above-mentioned gap length W_2 in 1 terminal-pair SAW resonator S1 and S2 which constitute the series arm resonator. The steepness (a unit is MHz) of filter characteristics [/ near the pass band] was defined as follows. That is in the filter characteristics of the surface acoustic wave filter shown in drawing 4 the magnitude of attenuation made the difference of the frequency position which is 5 dB and the frequency position which is 10 dB the steepness of filter characteristics at the high region side of a pass band. Therefore it means that the steepness of filter characteristics is improved so that this steepness (MHz) is small.

[0035]The above-mentioned gap length W_2 in the 1 terminal-pair SAW resonator which constitutes the series arm resonator so that clearly from drawing 3 Correlation is between the steepness of the filter characteristics by the side of the pass band quantity region of a filter and especially when gap length is more than 0.50λ it turns out that the steepness of filter characteristics is improved rapidly.

[0036]Therefore in the surface acoustic wave filter which connects two or more 1 terminal-pair SAW resonators to a ladder form if gap length W_2 is made more than 0.50λ in the 1 terminal-pair SAW resonator which constitutes the series arm resonator it turns out that filter characteristics excellent in the steepness by the side of a pass band quantity region are acquired.

[0037]If the above-mentioned gap length W_2 becomes larger than 4λ too much the steepness of filter characteristics will fall so that clearly from drawing 3. Therefore in order to improve the steepness by the side of the high region of filter characteristics let the above-mentioned gap length W_2 be the range of 0.50λ – 4λ .

[0038]Next it explains per concrete example of an experiment of the surface acoustic wave filter of the above-mentioned example.

(1st example of an experiment) The LiTaO_3 board of 36 degree Y cut X propagation was used as a piezoelectric substrate. On this piezoelectric substrate the electrode which connects each 1 terminal-pair SAW resonators and these 1 terminal-pair SAW resonators was formed so that the circuitry shown in drawing 1 (a) might be realized. aluminum was used about the electrode material which connects the electrode material and these which constitute a 1 terminal-pair SAW resonator.

[0039]1 terminal-pair SAW resonators P1–P3 which constitute 1 terminal-pair SAW resonator S1 S2 and the parallel arm resonator which constitute a series arm resonator were formed as follows respectively.

[0040]** 1 terminal-pair SAW resonator S1 S2 (series arm resonator) -- Above-mentioned gap length $W_2 = 1.0\lambda$ in 80 pairs of logarithm of an electrode finger the electrode finger crossing width of 40 micrometers (10.5λ) and IDT number = 100 of the electrode finger of an antenna reflector.

[0041]** 1 terminal-pair SAW resonator P1P3 (parallel arm resonator) -- Number =100 of the electrode finger of 40 pairs of logarithm of an electrode finger the electrode finger crossing width of 80 micrometers (20 lambda) and an antenna reflector gap length $W2=0.25\lambda$.

[0042]** 1 terminal-pair SAW resonator P2 (parallel arm resonator) -- Number =100 of the electrode finger of 80 pairs of logarithm of an electrode finger the electrode finger crossing width of 200 micrometers (50 lambda) and an antenna reflector gap length $W2=0.25\lambda$.

[0043] 1 terminal-pair SAW resonator S1 constituted as mentioned above and the impedance frequency characteristic of S2 (series arm resonator) are shown in drawing 5. The ripple shown by the arrow A appears between resonance frequency and antiresonant frequency so that clearly from drawing 5. By this example the steepness by the side of a pass band quantity region is improved by moving this ripple A to the pass band quantity region side of a surface acoustic wave filter.

[0044] A solid line shows the magnitude-of-attenuation frequency characteristic of the surface acoustic wave filter constituted as mentioned above to drawing 6. A dashed line shows the filter characteristics of the surface acoustic wave filter constituted like the above-mentioned example except for having set above-mentioned 1 terminal-pair SAW resonator S1 and gap length W2 in S2 (series arm resonator) to $W2=0.25\lambda$ for comparison to drawing 6. Since 1 terminal-pair SAW resonator S1 and the above-mentioned gap length W2 in S2 are set to 1.0 lambda according to this example so that clearly from drawing 6 It turns out that it compares with the surface acoustic wave filter prepared for comparison and the steepness of the filter characteristics by the side of a pass band quantity region is improved effectively.

[0045] (2nd example of an experiment) Except for having changed the composition of 1 terminal-pair SAW resonator S1S2 and 1 terminal-pair SAW resonators P1-P3 as a parallel arm resonator as follows the surface acoustic wave filter was obtained like the 1st example of an experiment.

[0046]** 1 terminal-pair SAW resonator S1S2 (series arm resonator) -- 80 pairs of logarithm [of an electrode finger] electrode-finger-crossing-width [of 40 micrometers (10.5 lambda)] and gap length $W2=2.0\lambda$ and number =100 of the electrode finger of an antenna reflector.

[0047]** 1 terminal-pair SAW resonator P1P3 (parallel arm resonator) -- Number =100 of the electrode finger of 40 pairs of logarithm of an electrode finger the electrode finger crossing width of 80 micrometers (20 lambda) and an antenna reflector.

** 1 terminal-pair SAW resonator P2 (parallel arm resonator) -- Number =100 of the electrode finger in 80 pairs of logarithm [of an electrode finger] electrode-finger-crossing-width [of 200 micrometers (50 lambda)] and gap length $W2=0.25\lambda$ and an antenna reflector.

[0048] The impedance frequency characteristic of 1 terminal-pair SAW resonator S1 as a series arm resonator of the surface acoustic wave filter concerning the 2nd example is shown in drawing 7. The ripple shown by the arrow B appears near

the antiresonant frequency so that clearly from drawing 7. In the filter characteristics of a surface acoustic wave filter the steepness by the side of a pass band quantity region can be improved by moving this ripple B to the pass band quantity region side of a surface acoustic wave filter.

[0049] The solid line of drawing 8 shows the magnitude-of-attenuation frequency characteristic of the surface acoustic wave filter concerning the 2nd example. The dashed line of drawing 8 shows the magnitude-of-attenuation-frequency characteristic of the surface acoustic wave filter prepared in the 1st example of an experiment for comparison.

[0050] Therefore also in the 2nd example of an experiment it turns out that 1 terminal-pair SAW resonator S1 and the above-mentioned gap length W2 of S2 who constitute the series arm resonator are written with 2.0λ and the steepness by the side of a pass band quantity region is improved.

[0051] [near the **** of a pass band] comparison of drawing 6 and drawing 8 shows that the steepness by the side of a pass band quantity region is slightly inferior with the surface acoustic wave filter concerning the 2nd example of an experiment compared with the surface acoustic wave filter of the 1st example of an experiment. But in the surface acoustic wave filter concerning the 2nd example of an experiment conversely although steepness [/ near the pole of a pass band] is slightly inferior it turns out that the steepness in a frequency area higher than this portion is improved. Compared with the 1st example of an experiment with the surface acoustic wave filter concerning the 2nd example of an experiment the frequency of 1 terminal-pair SAW resonator S1 which constitutes the series arm resonator and the ripple of S2 becomes high and this is considered that the magnitude of attenuation was raised in the frequency position equivalent to the frequency which this ripple has generated.

[0052] In the 1st and 2nd example of an experiment although the LiTaO_3 board of 36 degree Y cut X propagation was used when the LiTaO_3 board of cut angles other than 36 degree is used the same effect as the above is acquired. In this invention the piezoelectric board which consists of other piezoelectric material may be used as mentioned above.

[0053] Although gap length W2 was made more than 0.50λ in all the series arm resonators in the 1st and 2nd example of the above if gap length is made more than 0.50λ in at least one series arm resonator the ripple generated between resonance frequency and antiresonant frequency in this series arm resonator can be used and the steepness by the side of a pass band quantity region can be improved like the above-mentioned example. Therefore in this invention the gap length W2 should just be more than 0.50λ in at least one SAW resonator which constitutes the series arm resonator.

[0054] Also in the 1 terminal-pair SAW resonator which is not limited to a series arm resonator but constitutes the parallel arm resonator if the above-mentioned gap length W2 is made more than 0.50λ the steepness of filter characteristics [/ near the pass band] can be too improved by changing the position of the ripple which appears between resonance frequency and antiresonant frequency.

[0055]

[Effect of the Invention] In [two or more 1 terminal-pair SAW resonators are connected so that the ladder type circuit which has a series arm and a parallel arm may be constituted from a surface acoustic wave filter concerning this invention and] at least one 1 terminal-pair SAW resonator Since it is considered as the range of 0.50λ – 4λ when the gap length W_2 between the tips of the electrode finger connected to the bus bar of an opposite hand makes the bus bar and this bus bar of IDT the wavelength λ of a surface acoustic wave By using the magnitude of attenuation by the ripple generated between resonance frequency and antiresonant frequency in this 1 terminal-pair SAW resonator the steepness of filter characteristics [/ near the pass band] can be improved.

[0056] In at least one 1 terminal-pair SAW resonator especially connected to the series arm Since the above-mentioned ripple is moved near the pass band by the side of a pass band quantity region when the gap at the bus bar of the above IDT and the tip of an electrode finger is made into the range of 0.50λ – 4λ By using the magnitude of attenuation of this ripple steep-ization of the filter characteristics by the side of a pass band quantity region can be achieved.

[0057] In all the 1 terminal-pair SAW resonators connected to the series arm Since the magnitude-of-attenuation enhancement effect by the above-mentioned ripple in all the 1 terminal-pair SAW resonators connected to the series arm can be obtained if the above-mentioned gap length at the bus bar of IDT and the tip of an electrode finger is made into the range of 0.50λ – 4λ The high region side of a pass band can be provided with the surface acoustic wave filter whose filter characteristics are still steeper.

[0058] In the conventional surface acoustic wave filter which connected the capacitor in parallel with a series arm resonator. To there having been a problem that a miniaturization was difficult and the magnitude of attenuation in the frequency area distant from the pass band fell by having added the capacitor in this invention. Since such a capacitor is not needed a miniaturization is easy and does not produce degradation of the magnitude of attenuation in the frequency area distant from the pass band easily either.

[0059] When a LiTaO_3 board is used as a piezoelectric substrate in this invention Since the above-mentioned ripple appears notably between resonance frequency and antiresonant frequency in the 1 terminal-pair SAW resonator using a LiTaO_3 board the magnitude-of-attenuation expansion effect by the above-mentioned ripple can be used effectively and the steepness of filter characteristics [/ near the pass band] can be improved effectively.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) And (b) is a top view showing the electrode structure of the 1 terminal-pair SAW resonator used in the circuit diagram of a surface acoustic

wave filter and this surface acoustic wave filter concerning the example of this invention.

[Drawing 2]The figure showing the relation between the gap length W_2 between the bus bar and electrode finger tip in a 1 terminal-pair SAW resonator and the frequency position of the ripple which appears between resonance frequency-antiresonant frequency.

[Drawing 3]The figure showing the relation between the gap length W_2 between the bus bar and electrode finger tip in a 1 terminal-pair SAW resonator and the steepness of the filter characteristics by the side of a pass band quantity region.

[Drawing 4]The figure showing the magnitude-of-attenuation frequency characteristic of the surface acoustic wave filter for explaining the steepness of the filter characteristics shown in drawing 3.

[Drawing 5]The figure showing the impedance frequency characteristic of the 1 terminal-pair SAW resonator as a series arm resonator used in the surface acoustic wave filter of an example.

[Drawing 6]The figure showing the magnitude-of-attenuation-frequency characteristic of the surface acoustic wave filter prepared for the surface acoustic wave filter of an example and comparison.

[Drawing 7]The figure showing the impedance frequency characteristic of the 1 terminal-pair SAW resonator as a series arm resonator used for the surface acoustic wave filter concerning the 2nd example of an experiment.

[Drawing 8]The figure showing the magnitude-of-attenuation frequency characteristic of the surface acoustic wave filter prepared for the surface acoustic wave filter of the 2nd example of an experiment and comparison.

[Drawing 9]The circuit diagram of the conventional surface acoustic wave filter which has ladder type circuit composition.

[Drawing 10]The top view showing the electrode structure of the 1 terminal-pair SAW resonator used for the conventional surface acoustic wave filter.

[Drawing 11]The figure showing the magnitude-of-attenuation frequency characteristic of the conventional surface acoustic wave filter.

[Drawing 12]The circuit diagram for explaining other examples of the conventional surface acoustic wave filter.

[Drawing 13]The top view for explaining the relation of the electrode finger crossing width and gap length in the conventional 1 terminal-pair SAW resonator.

[Description of Notations]

1 -- Interdigital transducer (IDT)

23 -- Antenna reflector

45 -- Bus bar

67 -- Electrode finger

W_2 -- Gap

S1S2 -- 1 terminal-pair SAW resonator (series arm resonator)

P1-P3 -- 1 terminal-pair SAW resonator (parallel arm resonator)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-165186
(P2000-165186A)

(43)公開日 平成12年6月16日(2000.6.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 3 H	9/145	H 0 3 H	Z 5 J 0 9 7
	9/64	9/64	Z

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-333279

(22)出願日 平成10年11月24日(1998.11.24)

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 谷口 典生

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74)代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税

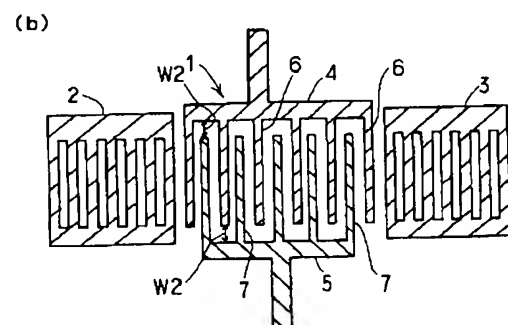
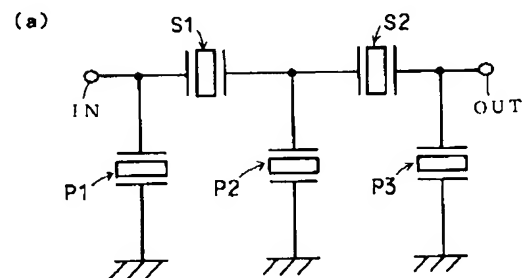
Fターム(参考) 5J097 AA16 AA18 AA29 BB02 BB17
CC05 DD06 DD13 DD16 GG03
GG05 KK01 KK04

(54)【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57)【要約】

【課題】 通過帯域高域側におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができ、小型化が容易でありかつ通過帯域より離れた周波数位置における減衰量の悪化が生じ難い、弾性表面波フィルタを得る。

【解決手段】 圧電性基板上に複数の一端子対SAW共振子が梯子型回路を構成するように形成されており、少なくとも1つの一端子対SAW共振子のインターデジタルトランスデューサにおいて、バスバー4、5と、該バスバー4、5とは反対側のバスバー5、4に接続されている電極指7、6の先端との間のギャップ長W2が、弾性表面波の波長を λ としたときに、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされている、弾性表面波フィルタ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電性基板と、

前記圧電性基板上に形成されており、かつそれぞれが一端子対弾性表面波共振子を構成する複数のインターデジタルトランスデューサとを備え、各インターデジタルトランスデューサが一对のバスバーと、バスバーに一端が接続されており、他端が他方のバスバーに向かって延ばされている複数の電極指とを有し、直列腕と並列腕とを有する梯子型回路を構成するように複数の一端子対弾性表面波共振子が接続されている弾性表面波フィルタにおいて、

少なくとも1つのインターデジタルトランスデューサのバスバーと、該バスバーとは反対側のバスバーに接続されている電極指の先端との間のギャップが、弾性表面波の波長を λ としたときに、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記直列腕に接続されている少なくとも1つの一端子対弾性表面波共振子を構成しているインターデジタルトランスデューサにおいて、前記バスバーと、電極指の先端との間のギャップが、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされている、請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 前記直列腕に接続されているすべての一端子対弾性表面波共振子を構成している各インターデジタルトランスデューサにおいて、前記バスバーと電極指の先端との間のギャップが、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされている、請求項2に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項4】 前記圧電性基板が、LiTaO₃基板である、請求項1～3の何れかに記載の弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば帯域フィルタに用いられる弾性表面波フィルタに関し、より詳細には、複数の一端子対弾性表面波共振子が梯子型回路を構成するように接続されている弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、帯域フィルタとして弾性表面波フィルタが広く用いられている。例えば、特公昭56-19765号公報には、複数の一端子対弾性表面波共振子（一端子対SAW共振子）を用いて梯子型回路を構成してなる弾性表面波フィルタが開示されている。

【0003】上記梯子型回路構成の弾性表面波フィルタを、図9及び図10を参照して説明する。この弾性表面波フィルタでは、入力端と出力端とを結ぶ直列腕と、直列腕と基準電位とを結ぶ並列腕とが構成されている。直列腕に、直列腕共振子として一端子対SAW共振子S1が、並列腕に並列腕共振子として一端子対SAW共振子P1が接続されている。なお、図9では、1個の直列腕

共振子と、1個の並列腕共振子のみを図示しているが、直列腕共振子及び並列共振子の数は、目的とする特性に応じて適宜選ばれる。

【0004】上記一端子対SAW共振子は、図10に示す電極構造を有する。すなわち、圧電性基板（図示せず）上に、インターデジタルトランスデューサ（以下、IDTと略す。）51と、IDTの両側に配置された反射器52、53とを有する。

【0005】IDT51は、表面波伝搬方向に沿って延びる一对のバスバー54、55を有する。バスバー54に、複数の電極指56の一端が接続されている。電極指56は、表面波伝搬方向と直交する方向に、すなわち相手側のバスバー55側に向かって延ばされている。同様に、バスバー55には、複数の電極指57の一端が接続されており、複数の電極指57は、バスバー54側に向かって延ばされている。電極指56、57は、互いに間隔を置いて配置されている。

【0006】上記一端子対SAW共振子を複数個用い、図9に示した梯子型回路を構成することにより、弾性表面波フィルタが構成されている。この弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を、図11に示す。

【0007】上記梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタは、低損失かつ広帯域であるため、携帯電話用帯域フィルタなどにおいて幅広く用いられている。しかしながら、近年、携帯電話機においては、送信側周波数帯と、受信側周波数帯とが近接したシステムが用いられている。従って、帯域フィルタでは、通過帯域近傍におけるフィルタ特性の急峻性を高めることが強く求められている。

【0008】そこで、通過帯域近傍のフィルタ特性の急峻性を高めるために、特開平9-167937号公報には、図12に示す回路構成を有する弾性表面波フィルタが開示されている。ここでは、直列腕に接続されている一端子対SAW共振子S1、S2のうち、SAW共振子S1に並列にコンデンサ58が接続されている。この先行技術によれば、コンデンサ58を挿入することにより、SAW共振子S1の反共振周波数が低められ、通過帯域の広域側におけるフィルタ特性の急峻性が高められるとされている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平9-167937号公報に記載の方法では、コンデンサ58を挿入する必要があるため、弾性表面波フィルタの寸法が大きくなり、携帯電話機等の小型化に対応することが困難であった。また、SAW共振子S1にコンデンサ58による容量が付加されるため、通過帯域から離れた周波数域における減衰量が低下するという問題もあった。

【0010】梯子型回路構成の弾性表面波フィルタでは、通過帯域から離れた周波数域では、並列腕共振子と

直列腕共振子の容量比で減衰量が決定される。一般に、直列腕共振子の容量が相対的に大きくなれば、減衰量は低下する。従って、上記先行技術に記載のように、直列腕共振子S1に並列にコンデンサ58を接続した場合、直列腕共振子の容量を高めた場合と同様に、通過帯域外における減衰量が悪化する。

【0011】上記のような通過帯域から離れた周波数域における減衰量の低下を防止するには、直列腕共振子の電極による容量を小さくすればよいと考えられる。しかしながら、直列腕共振子の電極による容量を小さくすると、電極指の対数や交差幅を小さくする必要があり、所望とする共振特性を得ることが非常に困難となる。

【0012】本発明の目的は、通過帯域の広域側におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができるだけでなく、小型化が容易であり、かつ通過帯域から離れた周波数域における減衰量の低下が生じ難い、良好な共振特性を得ることできる弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を達成するためになされたものであり、圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成されており、かつそれぞれが一端子対SAW共振子を構成する複数のIDTとを備え、各IDTが一对のバスバーと、バスバーに一端が接続されており、他端が他方のバスバーに向かって延ばされている複数本の電極指とを有し、直列腕と並列腕とを有する梯子型回路を構成するように複数の一端子対SAW共振子が接続されている弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも1つのIDTのバスバーと、該バスバーとは反対側のバスバーに接続されている電極指の先端との間ギャップが、弾性表面波の波長を λ としたときに、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされていることを特徴とする。

【0014】本発明の特定の局面では、直列腕に接続されている少なくとも1つの一端子対SAW共振子を構成しているIDTにおいて、バスバーと、電極指先端との間の上記ギャップが、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされている。

【0015】また、より特定の局面では、直列腕に接続されているすべての一端子対SAW共振子を構成しているIDTにおいて、バスバーと電極指との先端との間の上記ギャップが $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされている。

【0016】本発明においては、上記圧電性基板としては、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 などの圧電単結晶基板や、チタン酸ジルコンサラン鉛系セラミックスのような圧電セラミックスのような様々な圧電材料からなる基板を用いることができる。また、圧電性基板としては、アルミナなどの絶縁性材料よりなる絶縁性基板上に圧電薄膜を積層したものをを用いてもよく、その場合、IDTなどの電極は、圧電薄膜の上面及び下面の何れに形成しても

よい。好ましくは、上記圧電性基板としては、請求項4に記載のように、 LiTaO_3 基板が用いられる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1(a)は、本発明の一実施例に係る弾性表面波フィルタの回路構成を示す図であり、図1(b)は、本実施例において用いられる1つの一端子対SAW共振子の電極構造を示す平面図である。

【0018】図1(a)に示すように、本実施例の弾性表面波フィルタは、梯子型回路構成を有する。すなわち、入力端INと、出力端OUTとの間に直列腕が構成されており、該直列腕と基準電位との間に複数の並列腕が構成されている。

【0019】直列腕には、直列腕共振子として、一端子対SAW共振子S1、S2が接続されている。また、各並列腕には、並列腕共振子として、個々の一端子対SAW共振子P1～P3が接続されている。また、入力端INから出力端OUTに向かって、図示のように、並列腕共振子と直列腕共振子とが交互に配置されている。

【0020】もっとも、本発明においては、直列腕共振子及び並列腕共振子の数は図示の例に限定されない。すなわち、1個の並列腕共振子と1個の直列腕共振子のみを有する構造であってもよく、3以上の並列腕有していてもよい。

【0021】上記一端子対SAW共振子S1、S2、P1～P3の電極構造を、図1(b)を参照して説明する。一端子対SAW共振子では、IDT1の表面波伝搬方向両側に反射器2、3が配置されている。

【0022】IDT1は、所定距離を隔てて平行に延ばされた一对のバスバー4、5を有する。バスバー4には複数本の電極指6の一端が接続されており、バスバー5には複数本の電極指7の一端が接続されている。電極指6、7は、相手方のバスバー5、4に向かって延ばされており、かつ互いに間挿し合うように配置されている。

【0023】また、反射器2、3は、複数本の電極指の両端を短絡してなるグレーティング反射器により構成されている。一端子対SAW共振子では、交流電圧が電極指6、7間に印加された場合、IDT1が励振され、表面波が発生する。この表面波が反射器2、3間に閉じ込められ、該表面波に基づく共振特性が取り出される。

【0024】本発明においては、複数の上記一端子対SAW共振子を用いて梯子型回路を構成してなる弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも1つの一端子対SAW共振子のIDTのバスバーと、該バスバーとは反対側のバスバーに接続されている電極指の先端との間のギャップW2が、弾性表面波の波長を λ としたときに、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされており、それによって通過帯域の高域側におけるフィルタ特性の急峻性が高められる。これを、以下において説明する。

【0025】特開平6-232682号公報には、 LiTaO_3 からなる圧電基板を用いた一端子対SAW共振

子における共振周波数と反共振周波数との間に存在するリップルを低減する方法が開示されている。この先行技術に記載の一端子対SAW共振子の電極構造を図13に示す。なお、図13では、IDT51の一方側に配置された反射器52は図示されているが、他方側に配置されている反射器については図示を省略してあることを指摘しておく。

【0026】この先行技術では、IDT51における電極指56、57の交差幅 $W1$ と、バスバー54、55と、相手方のバスバーに接続されている電極指57、56の先端との間のギャップ長 $W2$ との比 $W1/W2$ をある一定の値以上とすれば、LiTaO₃基板特有の共振周波数と反共振周波数との間に存在するリップルの影響を抑制し得ることが示されている。すなわち、上記ギャップ長 $W2$ を交差幅 $W1$ に比べて狭くすることにより、SSBWの発生を防止することができ、それによって上記リップルの影響を抑制することが可能とされている。

【0027】上記先行技術に記載のように、弾性表面波素子においてはSSBWの発生は特性を劣化させるため好ましくないと考えられており、上記ギャップ長 $W2$ はできるだけ狭くすればよいと考えられていた。

【0028】これに対して、本発明では、上記リップルが積極的に利用され、それによってフィルタ特性の向上が図られている。すなわち、本発明は、可能な限り抑圧することが必要であると考えられていた上記リップルを積極的に利用し、それによってフィルタ特性の向上を図ったものである。

【0029】本願発明者らは、一端子対SAW共振子において、交差幅 $W1$ を一定とし、上記ギャップ長 $W2$ のみを変化させることにより、上記リップルの周波数を自由に制御し得ることを、実験的に見出した。これを、図2を参照して説明する。

【0030】図2は、一端子対SAW共振子における上記ギャップ長 $W2$ の寸法と、共振周波数と反共振周波数との間に発生する上記リップルの周波数位置との関係を示す。なお、縦軸の周波数 $\Delta f/f_0$ は、リップルが発生する周波数と弾性表面波素子の共振周波数との間隔を Δf 、共振周波数を f_0 として規格化された値である。

【0031】図2から明らかなように、ギャップ長 $W2$ の寸法を変えることにより、リップルが発生する周波数がギャップ長 $W2$ の大きさの変化に応じて変化していることがわかる。

【0032】他方、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタでは、複数の一端子対SAW共振子の共振特性を組み合わせることにより所望のフィルタ特性が得られている。従って、上記リップルを減衰量を大きくすることが必要な周波数位置に移動させれば、該必要な周波数位置における減衰量を拡大することができる。特に、梯子型回路構成において、直列腕共振子を構成している一端子対SAW共振子においてバスバーと電極指先端との

ギャップ長 $W2$ を変えることにより、リップルの周波数位置を、弾性表面波フィルタの通過帯域高域側の肩口に移動させることができる。従って、通過帯域高域側フィルタ特性の急峻性を高めることができる。

【0033】次に、本実施例の弾性表面波フィルタにおいて、直列腕共振子のギャップ長 $W2$ を変化させた場合、通過帯域高域側のフィルタ特性がどのように変化するかを説明する。

【0034】図3は、図1(a)に示した弾性表面波フィルタにおいて、直列腕共振子を構成している一端子対SAW共振子 $S1$ 、 $S2$ において、上記ギャップ長 $W2$ を変化させた場合の弾性表面波フィルタの通過帯域高域側におけるフィルタ特性の急峻性の変化を示す。なお、通過帯域近傍におけるフィルタ特性の急峻性(単位はMHz)は、以下のようにして定義した。すなわち、図4に示す弾性表面波フィルタのフィルタ特性において、通過帯域の高域側において、減衰量が5dBである周波数位置と10dBである周波数位置との差をフィルタ特性の急峻性とした。従って、この急峻性(MHz)が小さい程、フィルタ特性の急峻性が高められていることを意味する。

【0035】図3から明らかなように、直列腕共振子を構成している一端子対SAW共振子における上記ギャップ長 $W2$ と、フィルタの通過帯域高域側におけるフィルタ特性の急峻性との間に相関があり、特に、ギャップ長が 0.50λ 以上の場合に、フィルタ特性の急峻性が急激に高められることがわかる。

【0036】従って、複数の一端子対SAW共振子を梯子型に接続してなる弾性表面波フィルタにおいて、直列腕共振子を構成している一端子対SAW共振子においてギャップ長 $W2$ を 0.50λ 以上とすれば、通過帯域高域側における急峻性に優れたフィルタ特性の得られることがわかる。

【0037】なお、上記ギャップ長 $W2$ が 4λ より大きくなりすぎると、図3から明らかなように、フィルタ特性の急峻性が低下する。従って、フィルタ特性の高域側における急峻性を高めるには、上記ギャップ長 $W2$ は $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされる。

【0038】次に、上記実施例の弾性表面波フィルタの具体的な実験例につき説明する。

(第1の実験例) 36° YカットX伝搬のLiTaO₃基板を圧電性基板として用いた。この圧電性基板上に、図1(a)に示す回路構成を実現するように、個々の一端子対SAW共振子と、これらの一端子対SAW共振子を接続する電極とを形成した。一端子対SAW共振子を構成する電極材料及びこれらを接続する電極材料については、Alを用いた。

【0039】直列腕共振子を構成する一端子対SAW共振子 $S1$ 、 $S2$ 及び並列腕共振子を構成している一端子対SAW共振子 $P1 \sim P3$ は、それぞれ、以下のように

形成した。

【0040】①一端子対SAW共振子S1, S2（直列腕共振子）…電極指の対数80対、電極指交差幅 $40\mu\text{m}$ （ 10.5λ ）、IDTにおける上記ギャップ長 $W2=1.0\lambda$ 、反射器の電極指の本数=100。

【0041】②一端子対SAW共振子P1, P3（並列腕共振子）…電極指の対数40対、電極指交差幅 $80\mu\text{m}$ （ 20λ ）、反射器の電極指の数=100、ギャップ長 $W2=0.25\lambda$ 。

【0042】③一端子対SAW共振子P2（並列腕共振子）…電極指の対数80対、電極指交差幅 $200\mu\text{m}$ （ 50λ ）、反射器の電極指の数=100、ギャップ長 $W2=0.25\lambda$ 。

【0043】上記のようにして構成した一端子対SAW共振子S1, S2（直列腕共振子）のインピーダンス一周波数特性を図5に示す。図5から明らかなように、矢印Aで示すリップルが共振周波数と反共振周波数との間に表れている。このリップルAを、弾性表面波フィルタの通過帯域高域側に移動させることにより、本実施例では、通過帯域高域側の急峻性が高められている。

【0044】図6に、上記のようにして構成された弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を実線で示す。また、比較のために、上記一端子対SAW共振子S1, S2（直列腕共振子）におけるギャップ長 $W2$ を、 $W2=0.25\lambda$ としたことを除いては、上記実施例と同様に構成された弾性表面波フィルタのフィルタ特性を図6に破線で示す。図6から明らかなように、本実施例によれば、一端子対SAW共振子S1, S2における上記ギャップ長 $W2$ が 1.0λ とされているため、比較のために用意した弾性表面波フィルタに比べて、通過帯域高域側におけるフィルタ特性の急峻性が効果的に高められていることがわかる。

【0045】（第2の実験例）一端子対SAW共振子S1, S2及び並列腕共振子としての一端子対SAW共振子P1～P3の構成を下記のように変更したことを除いては、第1の実験例と同様に弾性表面波フィルタを得た。

【0046】①一端子対SAW共振子S1, S2（直列腕共振子）…電極指の対数80対、電極指交差幅 $40\mu\text{m}$ （ 10.5λ ）、ギャップ長 $W2=2.0\lambda$ 、反射器の電極指の本数=100。

【0047】②一端子対SAW共振子P1, P3（並列腕共振子）…電極指の対数40対、電極指交差幅 $80\mu\text{m}$ （ 20λ ）、反射器の電極指の本数=100。

③一端子対SAW共振子P2（並列腕共振子）…電極指の対数80対、電極指交差幅 $200\mu\text{m}$ （ 50λ ）、ギャップ長 $W2=0.25\lambda$ 、反射器における電極指の本数=100。

【0048】第2の実施例に係る弾性表面波フィルタの直列腕共振子としての一端子対SAW共振子S1のイン

ピーダンス一周波数特性を図7に示す。図7から明らかなように、矢印Bで示すリップルが反共振周波数近傍に表れている。このリップルBを、弾性表面波フィルタの通過帯域高域側に移動させることにより、弾性表面波フィルタのフィルタ特性において、通過帯域高域側の急峻性を高めることができる。

【0049】図8の実線は、第2の実施例に係る弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す。また、図8の破線は、第1の実験例において比較のために用意した弾性表面波フィルタの減衰量一周波数特性を示す。

【0050】従って、第2の実験例においても、直列腕共振子を構成している一端子対SAW共振子S1, S2の上記ギャップ長 $W2$ を 2.0λ としたため、通過帯域高域側における急峻性が高められていることがわかる。

【0051】なお、図6及び図8の比較から、第1の実験例の弾性表面波フィルタに比べて、第2の実験例に係る弾性表面波フィルタでは、通過帯域の極く近傍において、通過帯域高域側の急峻性がわずかに劣っていることがわかる。もっとも、第2の実験例に係る弾性表面波フィルタでは、逆に、通過帯域の極く近傍における急峻性がわずかに劣っているものの、該部分よりも高い周波数域における急峻性が高められていることがわかる。これは、第1の実験例に比べて、第2の実験例に係る弾性表面波フィルタでは、直列腕共振子を構成している一端子対SAW共振子S1, S2のリップルの周波数が高くなり、このリップルが発生している周波数に相当する周波数位置で減衰量が高められたものと考えられる。

【0052】なお、第1, 第2の実験例では、 36° YカットX伝搬のLiTaO₃基板を用いたが、 36° 以外のカット角のLiTaO₃基板を用いた場合においても上記と同様の効果が得られる。さらに、本発明においては、前述した通り、他の圧電材料からなる圧電基板を用いてもよい。

【0053】また、上記第1, 第2の実施例では、全ての直列腕共振子において、ギャップ長 $W2$ を 0.50λ 以上としたが、少なくとも1つの直列腕共振子においてギャップ長が 0.50λ 以上とされれば、該直列腕共振子において共振周波数と反共振周波数との間に発生するリップルを利用して、上記実施例と同様に通過帯域高域側における急峻性を高めることができる。従って、本発明においては、直列腕共振子を構成している少なくとも1つのSAW共振子において、ギャップ長 $W2$ が 0.50λ 以上であればよい。

【0054】さらに、直列腕共振子に限定されず、並列腕共振子を構成している一端子対SAW共振子においても、上記ギャップ長 $W2$ を 0.50λ 以上とすれば、共振周波数と反共振周波数との間に表れるリップルの位置を変化させることにより、やはり、通過帯域近傍におけるフィルタ特性の急峻性を高め得る。

【0055】

【発明の効果】本発明に係る弾性表面波フィルタでは、直列腕と並列腕とを有する梯子型回路を構成するように複数の一端子対SAW共振子が接続されており、少なくとも1つの一端子対SAW共振子において、IDTのバスバーと、該バスバーとは反対側のバスバーに接続されている電極指の先端との間のギャップ長 W_2 が、弾性表面波の波長 λ としたときに、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされているため、該一端子対SAW共振子において共振周波数と反共振周波数との間に発生するリップルによる減衰量を利用することにより、通過帯域近傍におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができる。

【0056】特に、直列腕に接続されている少なくとも1つの一端子対SAW共振子において、上記IDTのバスバーと電極指の先端とのギャップが $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされている場合、上記リップルが通過帯域高域側の通過帯域近傍に移動されるため、該リップルの減衰量を利用することにより、通過帯域高域側におけるフィルタ特性の急峻化を果たすことができる。

【0057】また、直列腕に接続されている全ての一端子対SAW共振子において、IDTのバスバーと電極指の先端との上記ギャップ長を $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とすれば、直列腕に接続されている全ての一端子対SAW共振子における上記リップルによる減衰量増大効果を得ることができるので、通過帯域の高域側においてフィルタ特性がより一層急峻である弾性表面波フィルタを提供することができる。

【0058】また、直列腕共振子に並列にコンデンサを接続した従来の弾性表面波フィルタでは、コンデンサを付加したことにより、小型化が困難であり、かつ通過帯域から離れた周波数域における減衰量が低下するという問題があったのに対し、本発明では、このようなコンデンサを必要としないため、小型化が容易であり、かつ通過帯域から離れた周波数域における減衰量の劣化も生じ難い。

【0059】なお、本発明においては、圧電性基板としてLiTaO₃基板を用いた場合、LiTaO₃基板を用いた一端子対SAW共振子において上記リップルが共振周波数と反共振周波数との間に顕著に表われるので、上記リップルによる減衰量増大効果を効果的に利用することができ、通過帯域近傍におけるフィルタ特性の急峻性を効果的に高め得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)及び(b)は、本発明の実施例に係る弾

性表面波フィルタの回路図及び該弾性表面波フィルタにおいて用いられている一端子対SAW共振子の電極構造を示す平面図。

【図2】一端子対SAW共振子におけるバスバーと電極指先端との間のギャップ長 W_2 と、共振周波数-反共振周波数間に表れるリップルの周波数位置との関係を示す図。

【図3】一端子対SAW共振子におけるバスバーと電極指先端との間のギャップ長 W_2 と、通過帯域高域側におけるフィルタ特性の急峻性との関係を示す図。

【図4】図3に示したフィルタ特性の急峻性を説明するための弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す図。

【図5】実施例の弾性表面波フィルタにおいて用いられている直列腕共振子としての一端子対SAW共振子のインピーダンス-周波数特性を示す図。

【図6】実施例の弾性表面波フィルタ及び比較のために用意した弾性表面波フィルタの減衰量-周波数特性を示す図。

【図7】第2の実験例に係る弾性表面波フィルタに用いられた直列腕共振子としての一端子対SAW共振子のインピーダンス-周波数特性を示す図。

【図8】第2の実験例の弾性表面波フィルタ及び比較のために用意した弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す図。

【図9】梯子型回路構成を有する従来の弾性表面波フィルタの回路図。

【図10】従来の弾性表面波フィルタに用いられている一端子対SAW共振子の電極構造を示す平面図。

【図11】従来の弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を示す図。

【図12】従来の弾性表面波フィルタの他の例を説明するための回路図。

【図13】従来の一端子対SAW共振子における電極指交差幅とギャップ長との関係を説明するための平面図。

【符号の説明】

1…インターデジタルトランスデューサ(IDT)

2, 3…反射器

4, 5…バスバー

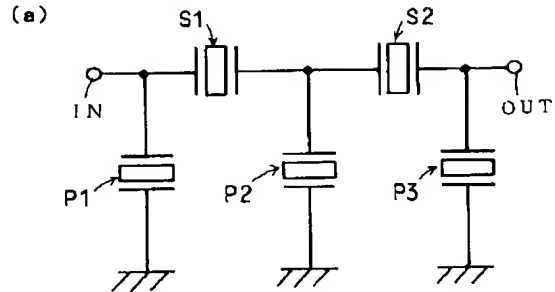
6, 7…電極指

W_2 …ギャップ

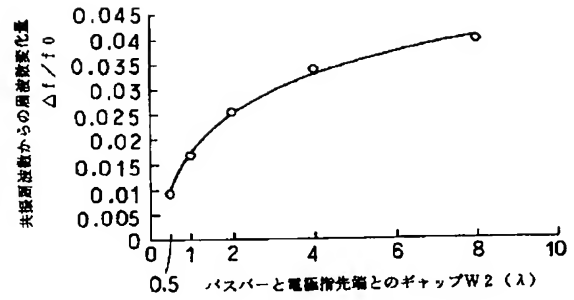
S_1 , S_2 …一端子対SAW共振子(直列腕共振子)

$P_1 \sim P_3$ …一端子対SAW共振子(並列腕共振子)

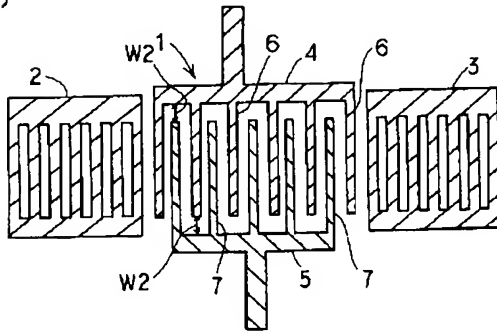
【図1】



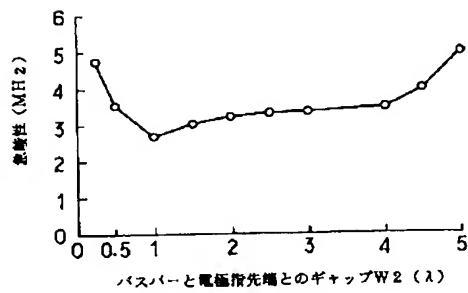
【図2】



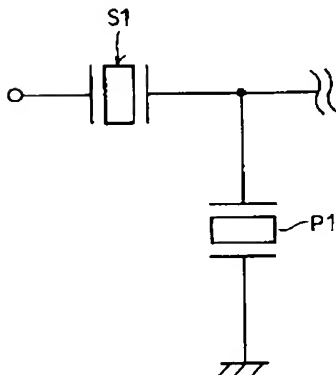
(b)



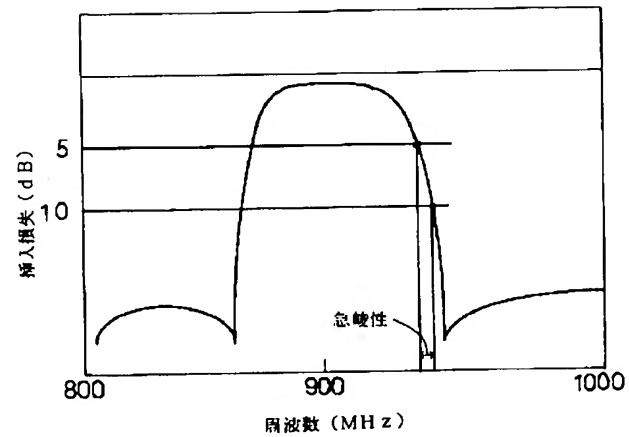
【図3】



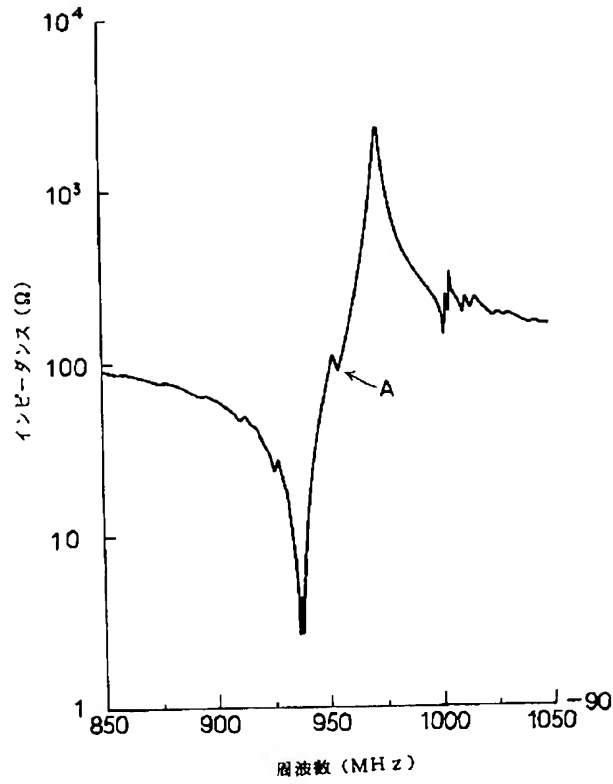
【図9】



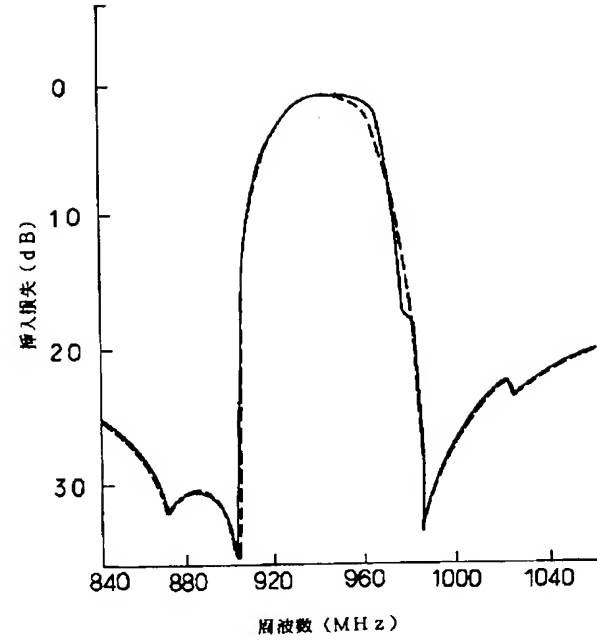
【図4】



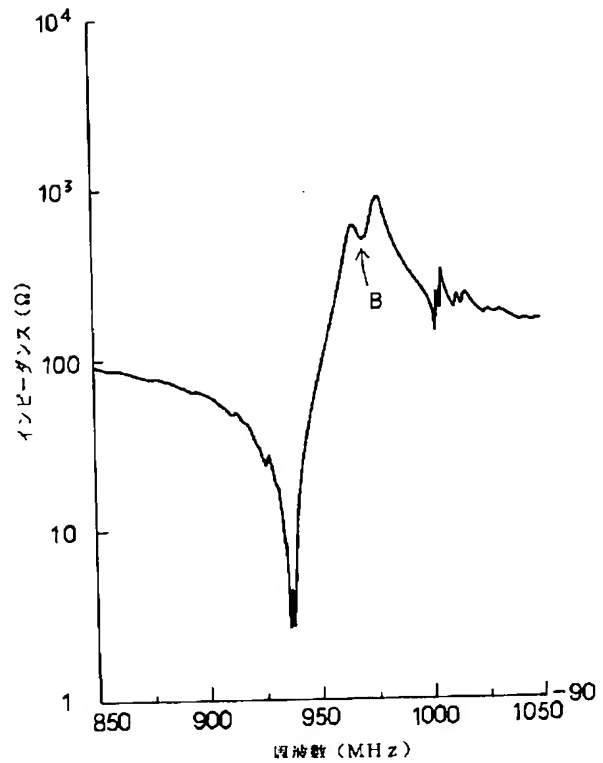
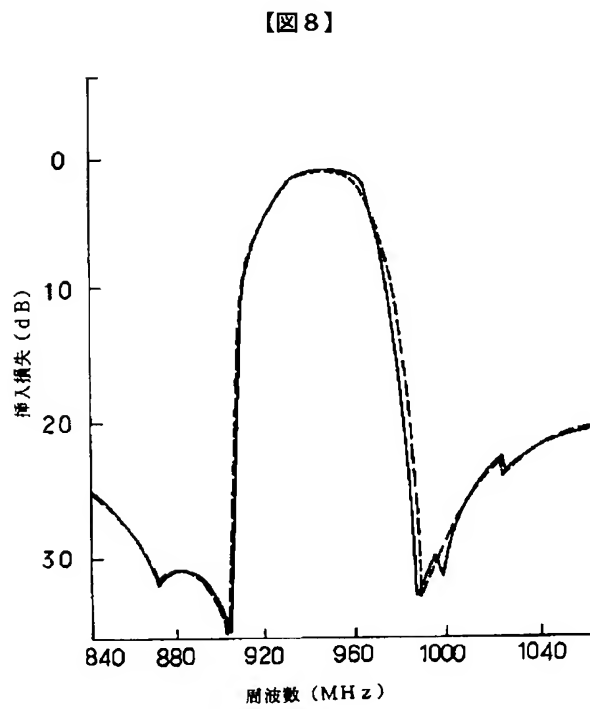
【図5】



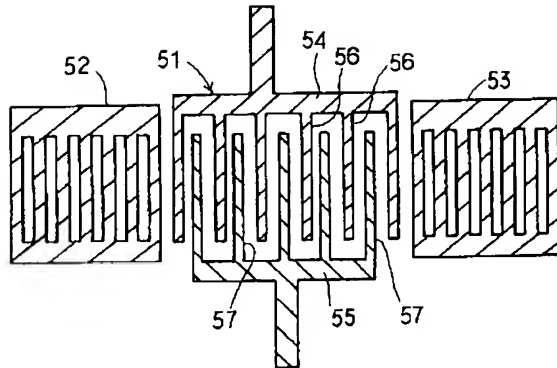
【図6】



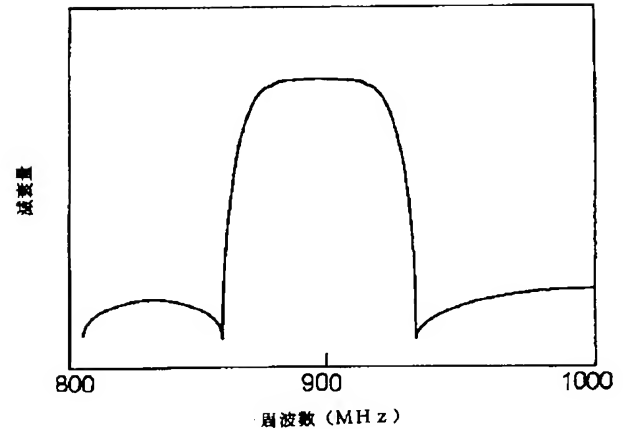
【図7】



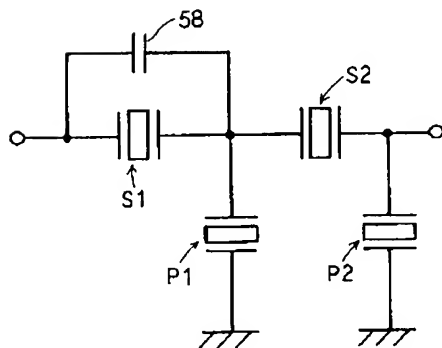
【図10】



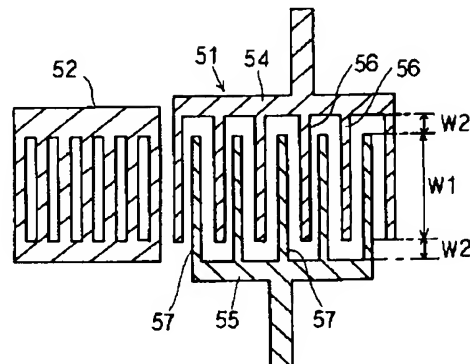
【図11】



【図12】



【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成11年11月12日（1999. 11. 12）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 LiTaO_3 よりなる圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成されており、かつそれぞれが一端子対弾性表面波共振子を構成する複数のインターデジタルトランスデューサとを備え、各インターデジタルトランスデューサが一对のバスバーと、バスバーに一端が接続されており、他端が他方のバスバーに向かって延ばされている複数本の電極指とを有し、直列腕と並列腕とを有する梯子型回路を構成するように複数の一端子対弾性表面波共振子が接続されている弾性表面波フィルタに

おいて、

前記直列腕に接続されている少なくとも1つのインターデジタルトランスデューサにおいて、バスバーと、該バスバーとは反対側のバスバーに接続されている電極指の先端との間のギャップが、弾性表面波の波長を λ としたときに、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記直列腕に接続されているすべての一端子対弾性表面波共振子を構成している各インターデジタルトランスデューサにおいて、前記バスバーと電極指の先端との間のギャップが、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされている、請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を達成するためになされたものであり、LiTaO₃よりなる圧電性基板と、前記圧電性基板上に形成されており、かつそれぞれが一端子対SAW共振子を構成する複数のIDTとを備え、各IDTが一对のバスバーと、バスバーに一端が接続されており、他端が他方のバスバーに向かって延ばされている複数本の電極指とを有し、直列腕と並列腕とを有する梯子型回路を構成するように複数の一端子対SAW共振子が接続されている弾性表面波フィルタにおいて、前記直列腕に接続されている少なくとも1つのIDTにおいて、バスバーと、該バスバーとは反

対側のバスバーに接続されている電極指の先端との間ギャップが、弾性表面波の波長を λ としたときに、 $0.50\lambda \sim 4\lambda$ の範囲とされていることを特徴とする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】削除

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】削除